

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 6 月 10 日 (10.06.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/049417 A1

(51) 国際特許分類⁷: H01L 21/304, B24B 37/00
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/015128
(22) 国際出願日: 2003 年 11 月 27 日 (27.11.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願 2002-343199
2002 年 11 月 27 日 (27.11.2002) JP
特願 2003-000331 2003 年 1 月 6 日 (06.01.2003) JP
特願 2003-029477 2003 年 2 月 6 日 (06.02.2003) JP
特願 2003-064653 2003 年 3 月 11 日 (11.03.2003) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東洋紡績株式会社 (TOYO BOSEKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒530-8230 大阪府 大阪市 北区堂島浜 2 丁目 2 番 8 号 Osaka (JP). 東洋ゴム工業株式会社 (TOYO TIRE & RUBBER CO., LTD.) [JP/JP]; 〒550-8661 大阪府 大阪市 西区江戸堀 1 丁目 17 番 18 号 Osaka (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中森 雅彦 (NAKAMORI, Masahiko) [JP/JP]; 〒520-0292 滋賀県

大津市 堅田二丁目 1 番 1 号 東洋紡績株式会社総合研究所内 Shiga (JP). 下村 哲生 (SHIMOMURA, Tetsuo) [JP/JP]; 〒520-0292 滋賀県 大津市 堅田二丁目 1 番 1 号 東洋紡績株式会社総合研究所内 Shiga (JP). 山田 孝敏 (YAMADA, Takatoshi) [JP/JP]; 〒520-0292 滋賀県 大津市 堅田二丁目 1 番 1 号 東洋紡績株式会社総合研究所内 Shiga (JP). 小川 一幸 (OGAWA, Kazuyuki) [JP/JP]; 〒550-8661 大阪府 大阪市 西区江戸堀 1 丁目 17 番 18 号 東洋ゴム工業株式会社内 Osaka (JP). 数野 淳 (KAZUNO, Atsushi) [JP/JP]; 〒550-8661 大阪府 大阪市 西区江戸堀 1 丁目 17 番 18 号 東洋ゴム工業株式会社内 Osaka (JP). 渡邊 公浩 (WATANABE, Kimihiro) [JP/JP]; 〒550-8661 大阪府 大阪市 西区江戸堀 1 丁目 17 番 18 号 東洋ゴム工業株式会社内 Osaka (JP).

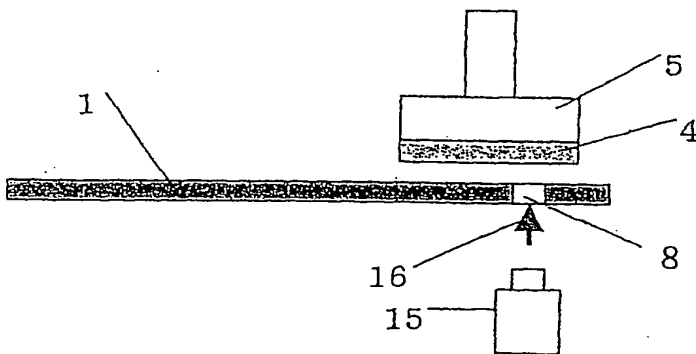
(74) 代理人: 鈴木 崇生, 外 (SUZUKI, Takao et al.); 〒532-0011 大阪府 大阪市 淀川区西中島 7 丁目 1-20 第 1 スエヒロビル Osaka (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI,

[続葉有]

(54) Title: POLISHING PAD AND METHOD FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 研磨パッド及び半導体デバイスの製造方法



(57) Abstract: A polishing pad enabling a highly precise optical endpoint sensing during the polishing process and thus having excellent polishing characteristics (such as surface uniformity and in-plane uniformity) is disclosed. A polishing pad enabling to obtain the polishing profile of a large area of a wafer is also disclosed. A polishing pad of a first invention comprises a light-transmitting region having a transmittance of not less than 50 % over the wavelength range of 400-700 nm. A polishing pad of a second invention comprises a light-transmitting region having a thickness of 0.5-4 mm and a transmittance of not less than 80 % over the wavelength range of 600-700 nm. A polishing pad of a third invention comprises a light-transmitting region arranged between the central portion and the peripheral portion of the polishing pad and having a length (D) in the diametrical

direction which is three times or more longer than the length (L) in the circumferential direction.

(57) 要約: 研磨を行っている状態で高精度の光学終点検知を可能とし、これにより研磨特性 (表面均一性、面内均一性など) に優れる研磨パッド、さらには広範囲なウエハの研磨プロファイルを得ることのできる研磨パッドを提供することを目的とする。第 1 の本発明の研磨パッドは、光透過領域の波長 400 ~ 700 nm の全領域における光透過率が 50 % 以上である。第 2 の本発明の研磨パッドは、光透過領域の厚さが 0.5 ~ 4 mm であり、かつ光透過領域の波長 600 ~ 700 nm の全領域における光透過率が 80 % 以上である。第 3 の本発明の研磨パッドは、光透過領域が研磨パッドの中心部と周端部との間に設けられており、かつ直径方向の長さ (D) が円周方向の長さ (L) の 3 倍以上である。



NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (BW, GH, GM, KE, LS,
MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特
許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッ
パ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明細書

研磨パッド及び半導体デバイスの製造方法

技術分野

本発明は、ウエハ表面の凹凸をケミカルメカニカルポリッシング（CMP）で平坦化する際に使用される研磨パッドに関し、詳しくは、研磨状況等を光学的手段により検知するための窓を有する研磨パッド、及び該研磨パッドを用いた半導体デバイスの製造方法に関する。

背景技術

半導体装置を製造する際には、ウエハ表面に導電性膜を形成し、フォトリソグラフィ、エッチング等を行うことにより配線層を形成する工程や、配線層の上に層間絶縁膜を形成する工程等が行われ、これらの工程によってウエハ表面に金属等の導電体や絶縁体からなる凹凸が生じる。近年、半導体集積回路の高密度化を目的として配線の微細化や多層配線化が進んでいるが、これに伴い、ウエハ表面の凹凸を平坦化する技術が重要となってきた。

ウエハ表面の凹凸を平坦化する方法としては、一般的にCMP法が採用されている。CMPは、ウエハの被研磨面を研磨パッドの研磨面に押し付けた状態で、砥粒が分散されたスラリー状の研磨剤（以下、スラリーという）を用いて研磨する技術である。

CMPで一般的に使用する研磨装置は、例えば、図1に示すように、研磨パッド1を支持する研磨定盤2と、被研磨対象物（ウエハ）4を支持する支持台（ポリッシングヘッド）5とウエハの均一加圧を行うためのバックング材と、研磨剤の供給機構を備えている。研磨パッド1は、例えば、両面テープで貼り付けることにより、研磨定盤2に装着される。研磨定盤2と支持台5とは、それぞれに支持された研磨パッド1と被研磨対象物4が対向するように配置され、それぞれに回

転軸 6、7 を備えている。また、支持台 5 には、被研磨対象物 4 を研磨パッド 1 に押し付けるための加圧機構が設けてある。

このような CMP を行う上で、ウエハ表面の平坦度の判定の問題がある。すなわち、希望の表面特性や平面状態に到達した時点を検知する必要がある。従来、酸化膜の膜厚や研磨速度等に関しては、テストウエハを定期的に処理し、結果を確認してから製品となるウエハを研磨処理することが行われてきた。

しかし、この方法では、テストウエハを処理する時間とコストが無駄になり、また、あらかじめ加工が全く施されていないテストウエハと製品ウエハでは、CMP 特有のローディング効果により、研磨結果が異なり、製品ウエハを実際に加工してみないと、加工結果の正確な予想が困難である。

そのため、最近では上記の問題点を解消するために、CMP プロセス時に、その場で、希望の表面特性や厚さが得られた時点を検出できる方法が望まれている。このような検知については、様々な方法が用いられている。現在、提案されている検知手段としては、

- (1) ウエハとパッド間の摩擦係数をウエハ保持ヘッドや定盤の回転トルクの変化として検出するトルク検出法 (米国特許第 5 0 6 9 0 0 2 号明細書)
- (2) ウエハ上に残る絶縁膜の厚さを検出する静電容量法 (米国特許第 5 0 8 1 4 2 1 号明細書)
- (3) 回転定盤内にレーザー光による膜厚モニタ機構を組み込んだ光学的方法 (特開平 9 - 7 9 8 5 号公報、特開平 9 - 3 6 0 7 2 号公報)
- (4) ヘッドあるいはスピンドルに取り付けた振動や加速センサーから得る周波数スペクトルを解析する振動解析方法
- (5) ヘッド内に内蔵した差動トランス応用検出法
- (6) ウエハと研磨パッドとの摩擦熱やスラリーと被研磨対象物との反応熱を赤外線放射温度計で計測する方法 (米国特許第 5 1 9 6 3 5 3 号明細書)
- (7) 超音波の伝播時間を測定することにより被研磨対象物の厚みを測定する方法 (特開昭 5 5 - 1 0 6 7 6 9 号公報、特開平 7 - 1 3 5 1 9 0 号公報)
- (8) ウエハ表面の金属膜のシート抵抗を計測する方法 (米国特許第 5 5 5 9 4 2 8 号明細書)

などが挙げられる。現在、(1)の方法が多く用いられているが、測定精度や非接触測定における空間分解能の点から(3)の方法が主流となりつつある。

(3)の方法である光学的検知手段とは、具体的には光ビームを窓(光透過領域)を通して研磨パッド越しにウエハに照射して、その反射によって発生する干渉信号をモニタすることによって研磨の終点を検知する方法である(図12)。

現在、光ビームとしては、600nm付近の波長光を持つHe-Neレーザー光や380~800nmに波長光を持つハロゲンランプを使用した白色光が一般的に用いられている。

このような方法では、ウエハの表面層の厚さの変化をモニターして、表面凹凸の近似的な深さを知ることによって終点が決定される。このような厚さの変化が凹凸の深さに等しくなった時点で、CMPプロセスを終了させる。また、このような光学的手段による研磨の終点検知法およびその方法に用いられる研磨パッドについては、様々なものが提案されてきた。

固体で均質な190nmから3500nmの波長光を透過する透明なポリマーシートを少なくとも一部分に有する研磨パッドが開示されている(特表平11-512977号公報)。また、段付の透明プラグが挿入された研磨パッドが開示されている(特開平9-7985号公報)。また、ポリシング面と同一面である透明プラグを有する研磨パッドが開示されている(特開平10-83977号公報)。さらに、透光性部材が非水溶性マトリックス材と、該非水溶性マトリックス材中に分散された水溶性粒子とを含有してなり、400~800nmの光線透過率が0.1%以上である研磨パッドが開示されている(特開2002-324769号公報、特開2002-324770号公報)。いずれも終点検知用の窓として用いることが開示されている。

前記のように、光ビームとしてはHe-Neレーザー光やハロゲンランプを使用した白色光などが用いられているが、白色光を用いた場合にはさまざまな波長光をウエハに上に当てることができ、多くのウエハ表面のプロファイルが得られるという利点がある。この白色光を光ビームとして用いる場合には、広い波長範囲で検出精度を高める必要がある。また今後、半導体製造における高集積化・超小型化において、集積回路の配線幅はますます小さくなっていくことが予想され

、その際には高精度の光学的終点検知が必要となるが、従来の終点検知用の窓は広い波長範囲で十分満足できるほどの精度を有していない。

第1の本発明は、研磨を行っている状態で高精度の光学終点検知を可能とし、これにより研磨特性（表面均一性など）に優れる研磨パッド、及び該研磨パッドを用いた半導体デバイスの製造方法を提供することを目的とする。

第2の本発明は、研磨を行っている状態で高精度の光学終点検知を可能とし、特にHe-Neレーザー光や600～700nm付近に発信波長を持つ半導体レーザーを用いる研磨装置において好適に用いられ、これにより研磨特性（表面均一性など）に優れる研磨パッドを提供することを目的とする。また、容易かつ安価に製造することのできる研磨パッドを提供すること、さらには該研磨パッドを用いた半導体デバイスの製造方法を提供することを目的とする。

一方、前記特許文献に記載されている窓（光透過領域）は、図2、3に示すような研磨パッドの円周方向に長い形状の物や円形状の物である。しかし、前記のような形状の窓の場合には、ウエハの研磨に際してウエハのある一部分にのみ窓が集中して接触するため、窓が接触する部分と接触しない部分とで研磨が不均一となるという問題がある。また、窓が接触する限られた一部分のみの研磨プロファイルしか得られないという問題も有している。

第3の本発明は、研磨を行っている状態で高精度の光学終点検知を可能とし、研磨特性（特に面内均一性）に優れ、かつ広範囲なウエハの研磨プロファイルを得ることのできる研磨パッド、及び該研磨パッドを用いた半導体デバイスの製造方法を提供することを目的とする。

発明の開示

本発明者は、上述のような現状に鑑み、鋭意研究を重ねた結果、研磨パッド用の光透過領域として、ある特定の光透過率を有する光透過領域を用いることにより、上記課題を解決できることを見出した。

即ち、第1の本発明は、ケミカルメカニカルポリッシングに用いられ、研磨領域および光透過領域を有する研磨パッドであって、光透過領域の波長400～700nmの全領域における光透過率が50%以上であることを特徴とする研磨パ

ッドに関する。

前記光透過領域は、下記式で表される波長400～700nmにおける光透過率の変化率が50%以下であることが好ましい。

$$\text{変化率 (\%)} = \{ (400 \sim 700 \text{ nm における最大光透過率} - 400 \sim 700 \text{ nm における最小光透過率}) / 400 \sim 700 \text{ nm における最大光透過率} \} \times 100$$

一般的に研磨パッドの光透過領域を通過する光の強度の減衰が少ないほど研磨終点の検出精度や膜厚の測定精度を高めることができる。そのため、使用する測定光の波長における光透過率の度合いは、研磨終点の検出精度や膜厚の測定精度を決定づけるため重要となる。

第1の本発明の光透過領域は、短波長側での光透過率の減衰が小さく、広い波長範囲で検出精度を高く維持することが可能である。

第1の本発明の研磨パッドに用いられる光透過領域は、波長400～700nmの全領域における光透過率が50%以上であり、好ましくは70%以上である。光透過率が50%より小さい場合には、研磨中にスラリー層の影響やドレッシング痕の影響などにより、光透過領域を通過する光の強度の減衰が大きくなり、研磨終点の検出精度や膜厚の測定精度が低下する。

また、光透過領域の上記式で表される波長400～700nmにおける光透過率の変化率は30%以下であることがさらに好ましい。光透過率の変化率が50%を超える場合には、短波長側での光透過領域を通過する光の強度の減衰が大きくなり、干渉光の振幅が小さくなるため研磨終点の検出精度や膜厚の測定精度が低下する傾向にある。

前記光透過領域の波長400nmにおける光透過率は70%以上であることが好ましい。波長400nmにおける光透過率が70%以上であれば、研磨終点の検出精度や膜厚の測定精度をさらに高くすることができる。

また、前記光透過領域の波長500～700nmの全領域における光透過率が90%以上であることが好ましく、さらに好ましくは95%以上である。光透過率が90%以上であれば、研磨終点の検出精度や膜厚の測定精度を極めて高くすることができる。

また、前記光透過領域は、波長500～700nmにおける各光透過率の差が5%以内であることが好ましく、さらに好ましくは3%以内である。各波長における光透過率の差が5%以内であれば、ウェハの膜厚を分光解析する場合に、ウェハ上へ一定の入射光を照射でき、正確な反射率を算出できるため検出精度を高めることができる。

第2の本発明は、ケミカルメカニカルポリッシングに用いられ、研磨領域および光透過領域を有する研磨パッドであって、光透過領域の厚さが0.5～4mmであり、かつ光透過領域の波長600～700nmの全領域における光透過率が80%以上であることを特徴とする研磨パッドに関する。

上記のように一般的に用いられている研磨装置は600～700nm付近に発信波長を持つ検出光を持つレーザーを用いているため、該波長領域での光透過率が80%以上であれば高い反射光が得られ、膜厚検出精度を向上させることができる。光透過率が80%未満の場合には、反射光が小さくなり膜厚検出精度が低下する傾向にある。

第2の本発明においては、光透過領域の波長600～700nmの全領域における光透過率が90%以上であることが好ましい。

なお、前記第1及び第2の本発明における光透過領域の光透過率は、光透過領域の厚みが1mmの場合の値、又は1mmの厚みに換算した場合の値である。一般に、光透過率は、L a m b e r t - B e e rの法則より、光透過領域の厚みによって変化する。厚みが大きいほど、光透過率は低下するため、厚みを一定にした時の光透過率を算出する。

第3の本発明は、ケミカルメカニカルポリッシングに用いられ、研磨領域および光透過領域を有する研磨パッドであって、前記光透過領域は研磨パッドの中心部と周端部との間に設けられており、かつ直径方向の長さ(D)が円周方向の長さ(L)の3倍以上であることを特徴とする研磨パッドに関する。

上記のように、光透過領域を研磨パッドの円周方向の長さ(L)に比べて直径方向の長さ(D)が3倍以上の形状にすることにより、ウェハの研磨に際してウェハのある一部分にのみ光透過領域が集中して接触することがなくウェハ全面に均一に接触するため、ウェハを均一に研磨することができ研磨特性を向上させる

ことができる。また、研磨に際して光透過領域を有する範囲内でレーザー干渉計を直径方位に適宜移動させることにより広範囲なウエハの研磨プロファイルを得ることのできるため研磨プロセスの終点を的確かつ簡易に判断することが可能となる。

ここで、直径方向の長さ（D）とは、光透過領域の重心を通り、かつ研磨パッドの中心と周端部とを結ぶ直線と光透過領域とが重なる部分の長さをいう。また、円周方向の長さ（L）とは、光透過領域の重心を通り、かつ研磨パッドの中心と周端部とを結ぶ直線に直交する直線と光透過領域とが最大に重なる部分の長さをいう。

第3の本発明において、光透過領域は研磨パッドの中心部と周端部との間に設けられている。一般にウエハの直径は研磨パッドの半径よりも小さいため、光透過領域を研磨パッドの中心部と周端部との間に設ければ広範囲なウエハの研磨プロファイルを得るのに十分であり、光透過領域を研磨パッドの半径より長く又は直径と同程度の長さにすると研磨領域を減少させることになり研磨効率が低下するため好ましくない。

また、第3の本発明において、光透過領域の直径方向の長さ（D）が円周方向の長さ（L）の3倍未満の場合には、直径方向の長さが十分でなく、ウエハに光ビームを照射できる部分が一定範囲に限られるためウエハの膜厚検出に不十分であったり、直径方向の長さを十分に長くすると結果的に円周方向の長さ（L）も長くなり、研磨領域が減少するため研磨効率が低下する傾向にある。

また、第3の本発明においては、簡易に製造できるという観点から光透過領域の形状は長方形であることが好ましい。

第3の本発明においては、前記光透過領域の直径方向の長さ（D）が被研磨体の直径の $1/4 \sim 1/2$ 倍であることが好ましい。 $1/4$ 倍未満の場合には、被研磨体（ウエハなど）に光ビームを照射できる部分が一定範囲に限られるためウエハの膜厚検出に不十分であったり、研磨が不均一となる傾向にある。一方、 $1/2$ 倍を超える場合には研磨領域が減少するため研磨効率が低下する傾向にある。なお、光透過領域は研磨パッド中に少なくとも1つあればよいが、2つ以上設けてもよい。

また、前記光透過領域の厚みバラツキは $100\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

第1～第3の本発明においては、研磨領域および光透過領域の形成材料が、ポリウレタン樹脂であることが好ましい。また、研磨領域の形成材料であるポリウレタン樹脂と光透過領域の形成材料であるポリウレタン樹脂が、同種の有機イソシアネート、ポリオール、及び鎖延長剤を含有してなるものであることが好ましい。研磨領域と光透過領域を同種の材料で構成することにより、研磨パッドのドレッシング処理を行った際にドレッシング量を同程度にすることができ、それにより研磨パッド全面において高い平坦性を得ることができる。一方、同種の材料で構成されていない場合には、ドレッシング量が異なるため、研磨パッドの平坦性が損なわれる傾向にある。その場合には、研磨領域と光透過領域の硬度やドレッシング量を同程度に調整することが好ましい。

第1～第3の本発明において、前記光透過領域の形成材料は無発泡体であることが好ましい。無発泡体であれば光の散乱を抑制することができるため、正確な反射率を検出することができ、研磨の光学終点の検出精度を高めることができる。

また、前記光透過領域の研磨側表面に研磨液を保持・更新する凹凸構造を有しないことが好ましい。光透過領域の研磨側表面にマクロな表面凹凸があると、凹部に砥粒等の添加剤を含有したスラリーが溜まり、光の散乱・吸収が起こり、検出精度に影響を及ぼす傾向にある。さらに、光透過領域の他面側表面もマクロな表面凹凸を有しないことが好ましい。マクロな表面凹凸があると、光の散乱が起こりやすく、検出精度に影響を及ぼすおそれがあるからである。

第1～第3の本発明においては、前記研磨領域の形成材料が、微細発泡体であることが好ましい。

また、第1～第3の本発明においては、前記研磨領域の研磨側表面に溝が設けられていることが好ましい。

また、前記微細発泡体の平均気泡径は、 $70\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、さらに好ましくは $50\mu\text{m}$ 以下である。平均気泡径が $70\mu\text{m}$ 以下であれば、プランナリティ（平坦性）が良好となる。

また、前記微細発泡体の比重は、 $0.5 \sim 1.0 \text{ g/cm}^3$ であることが好ましく、さらに好ましくは $0.7 \sim 0.9 \text{ g/cm}^3$ である。比重が 0.5 g/cm^3 未満の場合、研磨領域の表面の強度が低下し、被研磨対象物のプラナリティが低下し、また、 1.0 g/cm^3 より大きい場合は、研磨領域の表面の微細気泡の数が少なくなり、プラナリティは良好であるが、研磨速度が小さくなる傾向にある。

また、前記微細発泡体の硬度は、アスカーD硬度で $45 \sim 65$ 度であることが好ましく、さらに好ましくは $45 \sim 60$ 度である。アスカーD硬度が 45 度未満の場合には、被研磨対象物のプラナリティが低下し、 65 度より大きい場合には、プラナリティは良好であるが、被研磨対象物のユニフォーミティ（均一性）が低下する傾向にある。

また、前記微細発泡体の圧縮率は、 $0.5 \sim 5.0\%$ であることが好ましく、さらに好ましくは $0.5 \sim 3.0\%$ である。圧縮率が前記範囲内にあれば十分にプラナリティとユニフォーミティを両立させることが可能となる。なお、圧縮率は下記式により算出される値である。

$$\text{圧縮率 (\%)} = \{ (T1 - T2) / T1 \} \times 100$$

T1：微細発泡体は無負荷状態から 30 KPa (300 g/cm^2) の応力の負荷を 60 秒間保持した時の微細発泡体の厚み

T2：T1の状態から 180 KPa (1800 g/cm^2) の応力の負荷を 60 秒間保持した時の微細発泡体の厚み

また、前記微細発泡体の圧縮回復率は、 $50 \sim 100\%$ であることが好ましく、さらに好ましくは $60 \sim 100\%$ である。 50% 未満の場合には、研磨中に繰り返しの荷重が研磨領域にかかるにつれて、研磨領域の厚みに大きな変化が現れ、研磨特性の安定性が低下する傾向にある。なお、圧縮回復率は下記式により算出される値である。

$$\text{圧縮回復率 (\%)} = \{ (T3 - T2) / (T1 - T2) \} \times 100$$

T1：微細発泡体は無負荷状態から 30 KPa (300 g/cm^2) の応力の負荷を 60 秒間保持した時の微細発泡体の厚み

T2: T1の状態から180KPa (1800g/cm²) の応力の負荷を60秒間保持した時の微細発泡体の厚み

T3: T2の状態から無負荷状態で60秒間保持し、その後、30KPa (300g/cm²) の応力の負荷を60秒間保持した時の微細発泡体の厚み

また、前記微細発泡体の40℃、1Hzにおける貯蔵弾性率が、200MPa以上であることが好ましく、さらに好ましくは250MPa以上である。貯蔵弾性率が200MPa未満の場合には、研磨領域の表面の強度が低下し、被研磨対象物のプラナリティが低下する傾向にある。なお、貯蔵弾性率とは、微細発泡体に動的粘弾性測定装置で引っ張り試験用治具を用い、正弦波振動を加え測定した弾性率をいう。

また、第1～第3の本発明は、前記記載の研磨パッドを用いて半導体ウエハの表面を研磨する工程を含む半導体デバイスの製造方法に関する。

図面の簡単な説明

第1図は、CMP研磨で使用する従来の研磨装置の一例を示す概略構成図である。

第2図は、従来の光透過領域を有する研磨パッドの一例を示す概略図である。

第3図は、従来の光透過領域を有する研磨パッドの他の一例を示す概略図である。

第4図は、第3の本発明の光透過領域を有する研磨パッドの一例を示す概略図である。

第5図は、第3の本発明の光透過領域を有する研磨パッドの他の一例を示す概略図である。

第6図は、第3の本発明の光透過領域を有する研磨パッドの他の一例を示す概略図である。

第7図は、本発明の研磨パッドの一例を示す概略断面図である。

第8図は、本発明の研磨パッドの他の一例を示す概略断面図である。

第9図は、本発明の研磨パッドの他の一例を示す概略断面図である。

第10図は、本発明の研磨パッドの他の一例を示す概略断面図である。

第11図は、比較例3の研磨パッドを示す概略図である。

第12図は、本発明の終点検出装置を有するCMP研磨装置の一例を示す概略構成図である。

発明を実施するための最良の形態

第1～第3の本発明の研磨パッドは、研磨領域および光透過領域を有する。

第1の本発明における研磨パッドの光透過領域の形成材料は、波長400～700nmの全領域における光透過率が50%以上であれば特に制限されない。

第2の本発明における研磨パッドの光透過領域の形成材料は、波長600～700nmの全領域における光透過率が80%以上であれば特に制限されない。

第3の本発明における研磨パッドの光透過領域の形成材料は特に制限されるものではないが、測定波長領域（一般的に400～700nm）において光透過率が10%以上のものが好ましい。光透過率が10%未満の場合には、研磨中に供給されるスラリーやドレッシング痕などの影響により反射光が小さくなり膜厚検出精度が低下したり、検出できなくなる傾向にある。

そのような光透過領域の形成材料としては、例えば、ポリウレタン樹脂、ポリエステル樹脂、ポリアミド樹脂、アクリル樹脂、ポリカーボネート樹脂、ハロゲン系樹脂（ポリ塩化ビニル、ポリテトラフルオロエチレン、ポリフッ化ビニリデンなど）、ポリスチレン、オレフィン系樹脂（ポリエチレン、ポリプロピレンなど）、エポキシ樹脂、及び感光性樹脂などが挙げられる。これらは単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。なお、研磨領域に用いられる形成材料や研磨領域の物性に類似する材料を用いることが好ましい。特に、研磨中のドレッシング痕による光透過領域の光散乱を抑制できる耐摩耗性の高いポリウレタン樹脂が望ましい。

前記ポリウレタン樹脂は、有機イソシアネート、ポリオール、及び鎖延長剤からなるものである。

有機イソシアネートとしては、2, 4-トルエンジイソシアネート、2, 6-トルエンジイソシアネート、2, 2'-ジフェニルメタンジイソシアネート、2

、4'-ジフェニルメタンジイソシアネート、4,4'-ジフェニルメタンジイソシアネート、1,5-ナフタレンジイソシアネート、p-フェニレンジイソシアネート、m-フェニレンジイソシアネート、p-キシリレンジイソシアネート、m-キシリレンジイソシアネート、ヘキサメチレンジイソシアネート、1,4-シクロヘキサレンジイソシアネート、4,4'-ジシクロヘキシルメタンジイソシアネート、イソホロレンジイソシアネート等が挙げられる。これらは単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

有機イソシアネートとしては、上記ジイソシアネート化合物の他に、3官能以上の多官能ポリイソシアネート化合物も使用可能である。多官能のイソシアネート化合物としては、デスモジュール-N（バイエル社製）や商品名デュラネート（旭化成工業社製）として一連のジイソシアネートアダクト体化合物が市販されている。これら3官能以上のポリイソシアネート化合物は、単独で使用するするとブレポリマー合成に際して、ゲル化しやすいため、ジイソシアネート化合物に添加して使用することが好ましい。

ポリオールとしては、ポリテトラメチレンエーテルグリコールに代表されるポリエーテルポリオール、ポリブチレンアジペートに代表されるポリエステルポリオール、ポリカプロラクトンポリオール、ポリカプロラク톤のようなポリエステルグリコールとアルキレンカーボネートとの反応物などで例示されるポリエステルポリカーボネートポリオール、エチレンカーボネートを多価アルコールと反応させ、次いで得られた反応混合物を有機ジカルボン酸と反応させたポリエステルポリカーボネートポリオール、及びポリヒドキシル化合物とアリアルカーボネートとのエステル交換反応により得られるポリカーボネートポリオールなどが挙げられる。これらは単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

また、ポリオールとして上述したポリオールの他に、エチレングリコール、1,2-プロピレングリコール、1,3-プロピレングリコール、1,4-ブタンジオール、1,6-ヘキサングリコール、ネオペンチルグリコール、1,4-シクロヘキサングリメタノール、3-メチル-1,5-ペンタングリコール、ジエチレングリコール、トリエチレングリコール、1,4-ビス（2-ヒドロキシエトキシ）ベンゼン等の低分子量ポリオールを併用してもよい。

鎖延長剤としては、エチレングリコール、1, 2-プロピレングリコール、1, 3-プロピレングリコール、1, 4-ブタンジオール、1, 6-ヘキサンジオール、ネオペンチルグリコール、1, 4-シクロヘキサンジメタノール、3-メチル-1, 5-ペンタンジオール、ジエチレングリコール、トリエチレングリコール、1, 4-ビス(2-ヒドロキシエトキシ)ベンゼン等の低分子量ポリオール類、あるいは2, 4-トルエンジアミン、2, 6-トルエンジアミン、3, 5-ジエチル-2, 4-トルエンジアミン、4, 4'-ジ-sec-ブチル-ジアミノジフェニルメタン、4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、3, 3'-ジクロロ-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、2, 2', 3, 3'-テトラクロロ-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、4, 4'-ジアミノ-3, 3'-ジエチル-5, 5'-ジメチルジフェニルメタン、3, 3'-ジエチル-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、4, 4'-メチレン-ビス-メチルアンスラニレート、4, 4'-メチレン-ビス-アンスラニリックアシッド、4, 4'-ジアミノジフェニルスルホン、N, N'-ジ-sec-ブチル-p-フェレンジアミン、4, 4'-メチレン-ビス(3-クロロ-2, 6-ジエチルアミン)、3, 3'-ジクロロ-4, 4'-ジアミノ-5, 5'-ジエチルジフェニルメタン、1, 2-ビス(2-アミノフェニルチオ)エタン、トリメチレングリコール-ジ-p-アミノベンゾエート、3, 5-ビス(メチルチオ)-2, 4-トルエンジアミン等に例示されるポリアミン類を挙げることができる。これらは1種で用いても、2種以上を混合しても差し支えない。ただし、ポリアミン類については自身が着色していたり、これらを用いてなる樹脂が着色する場合も多いため、物性や光透過性を損なわない程度に配合することが好ましい。また、芳香族炭化水素基を有する化合物を用いると短波長側での光透過率が低下する傾向にあるため、このような化合物を用いないことが特に好ましいが、要求される光透過性を損なわない程度に配合してもよい。

前記ポリウレタン樹脂における有機イソシアネート、ポリオール、及び鎖延長剤の比は、各々の分子量やこれらから製造される光透過領域の所望物性などにより適宜変更できる。光透過領域が前記特性を得るためには、ポリオールと鎖延長剤の合計官能基(水酸基+アミノ基)数に対する有機イソシアネートのイソシア

ネート基数が0.95～1.15であることが好ましく、さらに好ましくは0.99～1.10である。

前記ポリウレタン樹脂は、熔融法、溶液法など公知のウレタン化技術を応用して製造することができるが、コスト、作業環境などを考慮した場合、熔融法で製造することが好ましい。

前記ポリウレタン樹脂の重合手順としては、プレポリマー法、ワンショット法のどちらでも可能であるが、事前に有機イソシアネートとポリオールからイソシアネート末端プレポリマーを合成しておき、これに鎖延長剤を反応させるプレポリマー法が一般的である。なお、有機イソシアネートとポリオールから製造されるイソシアネート末端プレポリマーが市販されているが、本発明に適合するものであれば、それらを用いて、プレポリマー法により本発明で使用するポリウレタンを重合することも可能である。

光透過領域の作製方法は特に制限されず、公知の方法により作製できる。例えば、前記方法により製造したポリウレタン樹脂のブロックをバンドソー方式やカナ方式のスライサーを用いて所定厚みにする方法や所定厚みのキャビティーを持った金型に樹脂を流し込み硬化させる方法や、コーティング技術やシート成形技術を用いた方法などが用いられる。なお、光透過領域に気泡がある場合には、光の散乱により反射光の減衰が大きくなり研磨終点の検出精度や膜厚の測定精度が低下する傾向にある。したがって、このような気泡を除去するために前記材料を混合する前に10 Torr以下に減圧することにより材料中に含まれる気体を十分に除去することが好ましい。また、混合後の攪拌工程においては気泡が混入しないように、通常用いられる攪拌翼式ミキサーの場合には、回転数100 rpm以下で攪拌することが好ましい。また、攪拌工程においても減圧下で行うことが好ましい。さらに、自転公転式混合機は、高回転でも気泡が混入しにくいいため、該混合機を用いて攪拌、脱泡を行うことも好ましい方法である。

第1及び第2の本発明においては、光透過領域の形状や大きさは特に制限されるものではないが、研磨領域の開口部と同様の形状、同程度の大きさにすることが好ましい。

一方、第3の本発明においては、光透過領域は研磨パッドの円周方向の長さ（

L) に比べて直径方向の長さ (D) が 3 倍以上の形状をしていれば特に制限されず、具体的には図 4～6 に記載の形状が例示できる。

また、第 1 及び第 3 の本発明においては、光透過領域の厚さは特に制限されるものではないが、研磨領域の厚みと同一厚さ、またはそれ以下にすることが好ましい。光透過領域が研磨領域より厚い場合には、研磨中に突き出た部分により被研磨対象物を傷つけたり、被研磨対象物 (ウエハ) が支持台 (ポリシングヘッド) から外れる恐れがある。

一方、第 2 の本発明において、光透過領域の厚さは 0.5～4 mm であり、好ましくは 0.6～3.5 mm である。光透過領域は、研磨領域の厚みと同一厚さ又はそれ以下にすることが好ましいからである。光透過領域が研磨領域より厚い場合には、研磨中に突き出た部分により被研磨対象物を傷つけるおそれがある。一方、薄すぎる場合には耐久性が不十分になったり、スラリーが溜まりやすくなるため検出感度が低下する傾向にある。

また、第 1～第 3 の本発明において、光透過領域の厚みバラツキは、100 μ m 以下であることが好ましく、さらに好ましくは 50 μ m 以下であり、特に好ましくは 30 μ m 以下である。厚みのバラツキが 100 μ m を越える場合には、大きなうねりを持ったものとなり、被研磨対象物に対する接触状態が異なる部分が発生するため研磨特性 (面内均一性や平坦化特性など) に影響を及ぼす傾向にある。特に、光透過領域が無発泡体で研磨領域が微細発泡体の場合には、光透過領域の硬度が研磨領域の硬度よりかなり高くなるため、光透過領域の厚みのバラツキは研磨領域の厚みのバラツキより研磨特性に及ぼす影響は大きくなる傾向にある。

厚みバラツキを抑える方法としては、所定厚みにしたシート表面をバフイングする方法が挙げられる。バフイングは、粒度などが異なる研磨シートを用いて段階的に行うことが好ましい。なお、光透過領域をバフイングする場合には、表面粗さは小さければ小さい程良い。表面粗さが大きい場合には、光透過領域表面で入射光が乱反射するため光透過率が下がり、検出精度が低下する傾向にある。

研磨領域の形成材料は、研磨層の材料として通常用いられるものであれば特に制限なく使用できるが、本発明においては微細発泡体を用いることが好ましい。

微細発泡体とすることにより表面にある気泡部分にスラリーを保持することができ、研磨速度を大きくすることができる。

研磨領域の形成材料としては、例えば、ポリウレタン樹脂、ポリエステル樹脂、ポリアミド樹脂、アクリル樹脂、ポリカーボネート樹脂、ハロゲン系樹脂（ポリ塩化ビニル、ポリテトラフルオロエチレン、ポリフッ化ビニリデンなど）、ポリスチレン、オレフィン系樹脂（ポリエチレン、ポリプロピレンなど）、エポキシ樹脂、及び感光性樹脂などが挙げられる。これらは単独で使用してもよく、2種以上を併用してもよい。なお、研磨領域の形成材料は、光透過領域と同組成でも異なる組成であってもよいが、光透過領域に用いられる形成材料と同種の材料を用いることが好ましい。

ポリウレタン樹脂は耐摩耗性に優れ、原料組成を種々変えることにより所望の物性を有するポリマーを容易に得ることができるため、研磨領域の形成材料として特に好ましい材料である。

前記ポリウレタン樹脂は、有機イソシアネート、ポリオール、鎖延長剤からなるものである。

使用する有機イソシアネートは特に制限されず、例えば前記記載の有機イソシアネートが挙げられる。

使用するポリオールは特に制限されず、例えば前記記載のポリオールが挙げられる。なお、これらポリオールの数平均分子量は、特に限定されるものではないが、得られるポリウレタンの弾性特性等の観点から500～2000であることが好ましく、さらに好ましくは500～1500である。数平均分子量が500未満であると、これを用いたポリウレタンは十分な弾性特性を有さず、脆いポリマーとなる。そのためこのポリウレタンから製造される研磨パッドは硬くなりすぎ、被研磨対象物の研磨面のスクラッチの原因となる。また、摩耗しやすくなるため、パッド寿命の観点からも好ましくない。一方、数平均分子量が2000を超えると、これを用いたポリウレタンは軟らかくなるため、このポリウレタンから製造される研磨パッドは平坦化特性に劣る傾向にある。

また、使用するポリオールの分子量分布（重量平均分子量／数平均分子量）は1.9未満であることが好ましく、さらに好ましくは1.7以下である。分子量

分布が1.9以上のポリオールを使用すると、これから得られるポリウレタンの硬度（弾性率）の温度依存性が大きくなり、このポリウレタンから製造される研磨パッドは、温度による硬度（弾性率）の差が大きくなる。研磨パッドと被研磨対象物との間には摩擦熱が発生することにより、研磨時の研磨パッドの温度は変化している。したがって、研磨特性に差が生じることになり好ましくない。分子量分布は、例えば、GPC装置を用いて標準PPG（ポリプロピレンポリオール）で換算することにより測定することができる。

また、ポリオールとしては、上述した高分子量のポリオールの他に、エチレングリコール、1,2-プロピレングリコール、1,3-プロピレングリコール、1,4-ブタンジオール、1,6-ヘキサジオール、ネオペンチルグリコール、1,4-シクロヘキサジメタノール、3-メチル-1,5-ペンタンジオール、ジエチレングリコール、トリエチレングリコール、1,4-ビス（2-ヒドロキシエトキシ）ベンゼン等の低分子量ポリオールを併用することもできる。

また、ポリオール中の高分子量成分と低分子量成分の比は、これらから製造される研磨領域に要求される特性により決められる。

鎖延長剤としては、2,4-トルエンジアミン、2,6-トルエンジアミン、3,5-ジエチル-2,4-トルエンジアミン、4,4'-ジ-sec-ブチル-ジアミノジフェニルメタン、4,4'-ジアミノジフェニルメタン、3,3'-ジクロロ-4,4'-ジアミノジフェニルメタン、2,6-ジクロロ-p-フェニレンジアミン、4,4'-メチレンビス（2,3-ジクロロアニリン）、2,2',3,3'-テトラクロロ-4,4'-ジアミノジフェニルメタン、4,4'-ジアミノ-3,3'-ジエチル-5,5'-ジメチルジフェニルメタン、3,3'-ジエチル-4,4'-ジアミノジフェニルメタン、4,4'-メチレン-ビス-メチルアンスラニレート、4,4'-メチレン-ビス-アンスラニリックアシッド、4,4'-ジアミノジフェニルスルホン、N,N'-ジ-sec-ブチル-p-フェニレンジアミン、4,4'-メチレン-ビス（3-クロロ-2,6-ジエチルアミン）、3,3'-ジクロロ-4,4'-ジアミノ-5,5'-ジエチルジフェニルメタン、1,2-ビス（2-アミノフェニルチオ）エタン、トリメチレングリコール-ジ-p-アミノベンゾエート、及び3,5-ビ

ス（メチルチオ）－２，４－トルエンジアミン等に例示されるポリアミン類、あるいは上述した低分子量ポリオールを挙げることができる。これらは１種で用いても、２種以上を併用してもよい。

前記ポリウレタン樹脂における有機イソシアネート、ポリオール、及び鎖延長剤の比は、各々の分子量やこれらから製造される研磨領域の所望物性などにより種々変え得る。研磨特性に優れる研磨領域を得るためには、ポリオールと鎖延長剤の合計官能基（水酸基＋アミノ基）数に対する有機イソシアネートのイソシアネート基数は０．９５～１．１５であることが好ましく、さらに好ましくは０．９９～１．１０である。

前記ポリウレタン樹脂は、前記記載の方法と同様の方法により製造することができる。なお、必要に応じてポリウレタン樹脂に酸化防止剤等の安定剤、界面活性剤、滑剤、顔料、充填剤、帯電防止剤、その他の添加剤を添加してもよい。

前記ポリウレタン樹脂を微細発泡させる方法は特に制限されないが、例えば中空ビーズを添加する方法、機械的発泡法、及び化学的発泡法等により発泡させる方法などが挙げられる。なお、各方法を併用してもよいが、特にポリアルキルシロキサンとポリエーテルとの共重合体であって活性水素基を有しないシリコーン系界面活性剤を使用した機械的発泡法が好ましい。該シリコーン系界面活性剤としては、SH-192（東レダウコーニングシリコン製）等が好適な化合物として例示される。

研磨領域に用いられる独立気泡タイプのポリウレタン発泡体を製造する方法の例について以下に説明する。かかるポリウレタン発泡体の製造方法は、以下の工程を有する。

１） イソシアネート末端プレポリマーの気泡分散液を作製する攪拌工程

イソシアネート末端プレポリマーにシリコーン系界面活性剤を添加し、非反応性気体と攪拌し、非反応性気体を微細気泡として分散させて気泡分散液とする。イソシアネート末端プレポリマーが常温で固体の場合には適宜の温度に予熱し、熔融して使用する。

２） 硬化剤（鎖延長剤）混合工程

上記の気泡分散液に鎖延長剤を添加し、混合攪拌する。

3) 硬化工程

鎖延長剤を混合したイソシアネート末端プレポリマーを注型し、加熱硬化させる。

微細気泡を形成するために使用される非反応性気体としては、可燃性でないものが好ましく、具体的には窒素、酸素、炭酸ガス、ヘリウムやアルゴン等の希ガスやこれらの混合気体が例示され、乾燥して水分を除去した空気の使用がコスト的にも最も好ましい。

非反応性気体を微細気泡状にしてシリコーン系界面活性剤を含むイソシアネート末端プレポリマーに分散させる攪拌装置としては、公知の攪拌装置を特に限定なく使用可能であり、具体的にはホモジナイザー、ディゾルバー、2軸遊星型ミキサー（プラネタリーミキサー）等が例示される。攪拌装置の攪拌翼の形状も特に限定されないが、ホイッパー型の攪拌翼の使用すると微細気泡が得られるため好ましい。

なお、攪拌工程において気泡分散液を作成する攪拌と、混合工程における鎖延長剤を添加して混合する攪拌は、異なる攪拌装置を使用することも好ましい態様である。特に混合工程における攪拌は気泡を形成する攪拌でなくてもよく、大きな気泡を巻き込まない攪拌装置の使用が好ましい。このような攪拌装置としては、遊星型ミキサーが好適である。攪拌工程と混合工程の攪拌装置を同一の攪拌装置を使用しても支障はなく、必要に応じて攪拌翼の回転速度を調整する等の攪拌条件の調整を行って使用することも好適である。

前記ポリウレタン微細発泡体の製造方法においては、気泡分散液を型に流し込んで流動しなくなるまで反応した発泡体を、加熱、ポストキュアすることは、発泡体の物理的特性を向上させる効果があり、極めて好適である。金型に気泡分散液を流し込んで直ちに加熱オープン中に入れてポストキュアを行う条件としてもよく、そのような条件下でもすぐに反応成分に熱が伝達されないので、気泡径が大きくなることはない。硬化反応は、常圧で行うと気泡形状が安定するため好ましい。

前記ポリウレタン樹脂の製造において、第3級アミン系、有機スズ系等の公知のポリウレタン反応を促進する触媒を使用してもかまわない。触媒の種類、添加

量は、混合工程後、所定形状の型に流し込む流動時間を考慮して選択する。

前記ポリウレタン発泡体の製造は、容器に各成分を計量して投入し、攪拌するバッチ方式であっても、また攪拌装置に各成分と非反応性気体を連続して供給して攪拌し、気泡分散液を送り出して成形品を製造する連続生産方式であってもよい。

研磨層となる研磨領域は、以上のようにして作製されたポリウレタン発泡体を、所定のサイズに裁断して製造される。

第1～第3の本発明において、微細発泡体からなる研磨領域は、被研磨対象物と接触する研磨側表面に、スラリーを保持・更新するための溝が設けられていることが好ましい。該研磨領域は、微細発泡体により形成されているため研磨表面に多くの開口を有し、スラリーを保持する働きを持っているが、更なるスラリーの保持性とスラリーの更新を効率よく行うため、また被研磨対象物との吸着による被研磨対象物の破壊を防ぐためにも、研磨側表面に溝を有することが好ましい。溝は、スラリーを保持・更新する表面形状であれば特に限定されるものではなく、例えば、XY格子溝、同心円状溝、貫通孔、貫通していない穴、多角柱、円柱、螺旋状溝、偏心円状溝、放射状溝、及びこれらの溝を組み合わせたものが挙げられる。また、溝ピッチ、溝幅、溝深さ等も特に制限されず適宜選択して形成される。さらに、これらの溝は規則性のあるものが一般的であるが、スラリーの保持・更新性を望ましいものにするため、ある範囲ごとに溝ピッチ、溝幅、溝深さ等を変化させることも可能である。

前記溝の形成方法は特に限定されるものではないが、例えば、所定サイズのバイトのような治具を用い機械切削する方法、所定の表面形状を有した金型に樹脂を流しこみ硬化させる方法、所定の表面形状を有したプレス板で樹脂をプレスして形成する方法、フォトリソグラフィを用いて形成する方法、印刷手法を用いて形成する方法、及び炭酸ガスレーザーなどを用いたレーザー光により形成する方法などが挙げられる。

研磨領域の厚みは特に限定されるものではないが、0.8～2.0mm程度である。前記厚みの研磨領域を作製する方法としては、前記微細発泡体のブロックをバンドソー方式やカンナ方式のスライサーを用いて所定厚みにする方法、所定

厚みのキャビティを持った金型に樹脂を流し込み硬化させる方法、及びコーティング技術やシート成形技術を用いた方法などが挙げられる。

また、研磨領域の厚みのバラツキは、 $100\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、特に $5.0\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。厚みのバラツキが $100\mu\text{m}$ を越える場合には、研磨領域が大きくなうねりを持ったものとなり、被研磨対象物に対する接触状態が異なる部分ができ、研磨特性に悪影響を与える傾向にある。また、研磨領域の厚みのバラツキを解消するため、一般的には研磨初期に研磨領域の表面をダイヤモンド砥粒を電着、又は融着させたドレッサーを用いてドレッシングするが、上記範囲を超えたものは、ドレッシング時間が長くなり、生産効率を低下させることになる。また、厚みのバラツキを抑える方法としては、所定厚みにした研磨領域表面をバフイングする方法もある。バフイングする際には、粒度などが異なる研磨シートで段階的に行うことが好ましい。

研磨領域および光透過領域を有する研磨パッドの作成方法は特に制限されず、種々の方法が考えられるが、具体的な例を以下に説明する。なお、下記具体例ではクッション層を設けた研磨パッドについて記載しているが、クッション層を設けない研磨パッドであってもよい。

まず1つめの例は、図7に示すように、所定の大きさに開口した研磨領域9を両面テープ10と貼り合わせ、その下に研磨領域9の開口部に合わせるように、所定の大きさに開口したクッション層11を貼り合わせる。次に、クッション層11に離型紙13のついた両面テープ12を貼りあわせ、研磨領域9の開口部に光透過領域8をはめ込み、貼り合わせる方法である。

2つめの具体例としては、図8に示すように、所定の大きさに開口した研磨領域9を両面テープ10と貼り合わせ、その下にクッション層11を貼り合わせる。その後、研磨領域9の開口部に合わせるように、両面テープ10、及びクッション層11を所定の大きさに開口する。次に、クッション層11に離型紙13のついた両面テープ12を貼りあわせ、研磨領域9の開口部に光透過領域8をはめ込み、貼り合わせる方法である。

3つめの具体例としては、図9に示すように、所定の大きさに開口した研磨領域9を両面テープ10と貼り合わせ、その下にクッション層11を貼り合わせる

。次に、クッション層 1 1 の反対面に離型紙 1 3 のついた両面テープ 1 2 を貼りあわせ、その後、研磨領域 9 の開口部に合わせるように、両面テープ 1 0 から離型紙 1 3 まで所定の大きさに開口する。研磨領域 9 の開口部に光透過領域 8 をはめ込み、貼り合わせる方法である。なおこの場合、光透過領域 8 の反対側が開放された状態になり、埃等がたまる可能性があるため、それを塞ぐ部材 1 4 を取り付けることが好ましい。

4 つめの具体例としては、図 1 0 に示すように、離型紙 1 3 のついた両面テープ 1 2 を貼り合わせたクッション層 1 1 を所定の大きさに開口する。次に所定の大きさに開口した研磨領域 9 を両面テープ 1 0 と貼り合わせ、これらを開口部が合うように貼りあわせる。そして研磨領域 9 の開口部に光透過領域 8 をはめ込み、貼り合わせる方法である。なおこの場合、研磨領域の反対側が開放された状態になり、埃等がたまる可能性があるため、それを塞ぐ部材 1 4 を取り付けることが好ましい。

前記研磨パッドの作成方法において、研磨領域やクッション層などを開口する手段は特に制限されるものではないが、例えば、切削能力をもつ治具をプレスして開口する方法、炭酸レーザーなどによるレーザーを利用する方法、及びバイトのような治具にて研削する方法などが挙げられる。なお、第 1 及び第 2 の本発明の研磨領域の開口部の大きさや形状は特に制限されない。

前記クッション層は、研磨領域（研磨層）の特性を補うものである。クッション層は、CMP において、トレードオフの関係にあるプラナリティとユニフォーミティの両者を両立させるために必要なものである。プラナリティとは、パターン形成時に発生する微小凹凸のある被研磨対象物を研磨した時のパターン部の平坦性をいい、ユニフォーミティとは、被研磨対象物全体の均一性をいう。研磨層の特性によって、プラナリティを改善し、クッション層の特性によってユニフォーミティを改善することを行う。本発明の研磨パッドにおいては、クッション層は研磨層より柔らかいものを用いることが好ましい。

前記クッション層の形成材料は特に制限されないが、例えば、ポリエステル不織布、ナイロン不織布、アクリル不織布などの繊維不織布、ポリウレタンを含浸したポリエステル不織布のような樹脂含浸不織布、ポリウレタンフォーム、ポリ

エチレンフォームなどの高分子樹脂発泡体、ブタジエンゴム、イソプレンゴムなどのゴム性樹脂、及び感光性樹脂などが挙げられる。

研磨領域 9 に用いられる研磨層とクッション層 11 とを貼り合わせる手段としては、例えば、研磨領域とクッション層を両面テープで挟み、プレスする方法が挙げられる。

両面テープは、不織布やフィルム等の基材の両面に接着層を設けた一般的な構成を有するものである。クッション層へのスラリーの浸透等を防ぐことを考慮すると、基材にフィルムを用いることが好ましい。また、接着層の組成としては、例えば、ゴム系接着剤やアクリル系接着剤等が挙げられる。金属イオンの含有量を考慮すると、アクリル系接着剤は金属イオン含有量が少ないため好ましい。また、研磨領域とクッション層は組成が異なることもあるため、両面テープの各接着層の組成を異なるものとし、各層の接着力を適正化することも可能である。

クッション層 11 と両面テープ 12 とを貼り合わせる手段としては、クッション層に両面テープをプレスして接着する方法が挙げられる。

該両面テープは、上述と同様に不織布やフィルム等の基材の両面に接着層を設けた一般的な構成を有するものである。研磨パッドの使用後に、プラテンから剥がすことを考慮すると、基材にフィルムを用いるとテープ残り等を解消することができるため好ましい。また、接着層の組成は上述と同様である。

前記部材 14 は、開口部を塞ぐものであれば特に制限されるものではない。但し、研磨を行う際には、剥離可能なものでなければならない。

半導体デバイスは、前記研磨パッドを用いて半導体ウエハの表面を研磨する工程を経て製造される。半導体ウエハとは、一般にシリコンウエハ上に配線金属及び酸化膜を積層したものである。半導体ウエハの研磨方法、研磨装置は特に制限されず、例えば、図 1 に示すように研磨パッド 1 を支持する研磨定盤 2 と、半導体ウエハ 4 を支持する支持台（ポリシングヘッド） 5 とウエハへの均一加圧を行うためのバックング材と、研磨剤 3 の供給機構を備えた研磨装置などを用いて行われる。研磨パッド 1 は、例えば、両面テープで貼り付けることにより、研磨定盤 2 に装着される。研磨定盤 2 と支持台 5 とは、それぞれに支持された研磨パッド 1 と半導体ウエハ 4 が対向するように配置され、それぞれに回転軸 6、7 を備

えている。また、支持台 5 側には、半導体ウエハ 4 を研磨パッド 1 に押し付けるための加圧機構が設けてある。研磨に際しては、研磨定盤 2 と支持台 5 とを回転させつつ半導体ウエハ 4 を研磨パッド 1 に押し付け、スラリーを供給しながら研磨を行う。スラリーの流量、研磨荷重、研磨定盤回転数、及びウエハ回転数は特に制限されず、適宜調整して行う。

これにより半導体ウエハ 4 の表面の突出した部分が除去されて平坦状に研磨される。その後、ダイシング、ボンディング、パッケージング等することにより半導体デバイスが製造される。半導体デバイスは、演算処理装置やメモリー等に用いられる。

実施例

以下、第 1～第 3 の本発明の構成と効果を具体的に示す実施例等について説明する。なお、実施例等における評価項目は下記のようにして測定した。

(第 1 の発明における光透過率測定)

作製した光透過領域部材を 2 cm×6 cm (厚み：任意) の大きさに切り出して光透過率測定用試料とした。分光光度計 (日立製作所製、U-3210 Spectro Photometer) を用いて、測定波長域 300～700 nm で測定した。これらの光透過率の測定結果を Lambert-Beer の法則を用いて、厚み 1 mm の光透過率に換算をした。

(第 2 の発明における光透過率測定)

作製した光透過領域部材を 2 cm×6 cm (厚み：1.25 mm) の大きさに切り出して光透過率測定用試料とした。分光光度計 (日立製作所製、U-3210 Spectro Photometer) を用いて、測定波長域 600～700 nm で測定した。これらの光透過率の測定結果を Lambert-Beer の法則を用いて、厚み 1 mm の光透過率に換算をした。

(平均気泡径測定)

厚み 1 mm 程度になるべく薄くマイクロームカッターで平行に切り出した研磨

領域を平均気泡径測定用試料とした。試料をスライドガラス上に固定し、画像処理装置（東洋紡績社製、Image Analyzer V10）を用いて、任意の0.2mm×0.2mm範囲の全気泡径を測定し、平均気泡径を算出した。

（比重測定）

JIS Z 8807-1976に準拠して行った。4cm×8.5cmの短冊状（厚み：任意）に切り出した研磨領域を比重測定用試料とし、温度23℃±2℃、湿度50%±5%の環境で16時間静置した。測定には比重計（ザルトリウス社製）を用い、比重を測定した。

（アスカーD硬度測定）

JIS K 6253-1997に準拠して行った。2cm×2cm（厚み：任意）の大きさに切り出した研磨領域を硬度測定用試料とし、温度23℃±2℃、湿度50%±5%の環境で16時間静置した。測定時には、試料を重ね合わせ、厚み6mm以上とした。硬度計（高分子計器社製、アスカーD型硬度計）を用い、硬度を測定した。

（圧縮率および圧縮回復率測定）

直径7mmの円（厚み：任意）に切り出した研磨領域（研磨層）を圧縮率および圧縮回復率測定用試料とし、温度23℃±2℃、湿度50%±5%の環境で40時間静置した。測定には熱分析測定器 TMA（SEIKO INSTRUMENTS製、SS6000）を用い、圧縮率と圧縮回復率を測定した。また、圧縮率と圧縮回復率の計算式を下記に示す。

$$\text{圧縮率 (\%)} = \{ (T1 - T2) / T1 \} \times 100$$

T1：研磨層に無負荷状態から30KPa（300g/cm²）の応力の負荷を60秒間保持した時の研磨層厚み

T2：T1の状態から180KPa（1800g/cm²）の応力の負荷を60秒間保持した時の研磨層厚み

$$\text{圧縮回復率 (\%)} = \{ (T3 - T2) / (T1 - T2) \} \times 100$$

T1 : 研磨層に無負荷状態から 3.0 KPa (300 g/cm²) の応力の負荷を 6.0 秒間保持した時の研磨層厚み

T2 : T1 の状態から 18.0 KPa (1800 g/cm²) の応力の負荷を 6.0 秒間保持した時の研磨層厚み

T3 : T2 の状態から無負荷状態で 6.0 秒間保持し、その後、3.0 KPa (300 g/cm²) の応力の負荷を 6.0 秒間保持した時の研磨層厚み

(貯蔵弾性率測定)

JIS K7198-1991 に準拠して行った。3mm×40mm の短冊状 (厚み ; 任意) に切り出した研磨領域を動的粘弾性測定用試料とし、23℃ の環境条件で、シリカゲルを入れた容器内に 4 日間静置した。切り出した後の各シートの正確な幅および厚みの計測は、マイクロメータにて行った。測定には動的粘弾性スペクトロメーター (岩本製作所製、現アイエス技研) を用い、貯蔵弾性率 E' を測定した。その際の測定条件を下記に示す。

<測定条件>

測定温度 : 40℃

印加歪 : 0.03%

初期荷重 : 20g

周波数 : 1Hz

(第1の発明における膜厚検出評価)

ウェハの膜厚の光学的検出評価は以下のような手法で行った。ウェハとして、8インチのシリコンウェハに熱酸化膜を 1 μm 製膜したものをを用い、その上に、厚み 1.27mm の光透過領域部材を設置した。干渉式膜厚測定装置 (大塚電子社製) を用い、波長領域 400 ~ 800 nm において膜厚測定を数回行った。算出される膜厚結果、及び各波長での干渉光の山と谷の状況確認を行い、以下の基準で膜厚検出評価をした。

◎ : 極めて再現よく、膜厚が測定されている。

○：再現よく、膜厚が測定されている。

×：再現性が悪く、検出精度が不十分である。

(第2の発明における膜厚検出評価)

ウエハの膜厚の光学的検出評価は以下のような手法で行った。ウエハとして、8インチのシリコンウエハに熱酸化膜を1 μ m製膜したものを用い、その上に、厚み1.25mmの光透過領域部材を設置した。He-Neレーザーによる干渉式膜厚測定装置を用い、波長633nmにおいて膜厚測定を数回行った。算出される膜厚結果及び干渉光の山と谷の状況確認を行い、以下の基準で膜厚検出評価をした。

○：再現よく、膜厚が測定されている。

×：再現性が悪く、検出精度が不十分である。

(第3の発明における膜厚検出評価)

ウエハの膜厚の光学的検出評価は以下のような手法で行った。ウエハとして、8インチのシリコンウエハに熱酸化膜を1 μ m製膜したものを用いた。このウエハのノッチ部分と中心とを結ぶライン上の膜厚を干渉式膜厚測定装置（大塚電子社製）を用いて3mm間隔で33点測定し、その平均値を平均膜厚（1）とした。次に、実施例及び比較例の研磨パッドの光透過領域を前記ライン上に合うようにウエハにそれぞれのせて、同様に干渉式膜厚測定装置を用いて3mm間隔で膜厚を測定し、その平均値を平均膜厚（2）とした。そして、平均膜厚（1）と平均膜厚（2）とを比較し、以下の基準で膜厚検出評価をした。

○：極めて再現よく、膜厚が測定されている。

△：ある程度再現よく、膜厚が測定されている。

×：再現性が悪く、検出精度が不十分である。

(光透過領域の厚みバラツキの測定方法)

マイクロメーター（Mitutoyo社製）を用い、製造した光透過領域の長辺方向の中心線に沿って5mm間隔で厚みを測定した。各測定値の最大値と最小

値の差を厚みバラツキとした。

(研磨特性の評価)

研磨装置としてSPP600S（岡本工作機械社製）を用い、作製した研磨パッドを用いて、研磨特性の評価を行った。研磨レートは、8インチのシリコンウエハに熱酸化膜を1 μ m製膜したものを、約0.5 μ m研磨して、このときの時間から算出した。酸化膜の膜厚測定には、干渉式膜厚測定装置（大塚電子社製）を用いた。研磨条件としては、スラリーとしてシリカスラリー（SS12、キャボット社製）を研磨中に流量150ml/minにて添加した。研磨荷重としては350g/cm²、研磨定盤回転数35rpm、ウエハ回転数30rpmとした。

平坦化特性の評価では、8インチシリコンウエハに熱酸化膜を0.5 μ m堆積させた後、所定のパターンニングを行い、p-TEOSにて酸化膜を1 μ m堆積させ、初期段差0.5 μ mのパターン付きウエハを作製した。このウエハを前述条件にて研磨を行い、研磨後、各段差を測定し平坦化特性を評価した。平坦化特性としては2つの段差を測定した。一つはローカル段差であり、これは幅270 μ mのラインが30 μ mのスペースで並んだパターンにおける段差であり、1分後の段差を測定した。もう一つは削れ量であり、幅270 μ mのラインが30 μ mのスペースで並んだパターンと幅30 μ mのラインが270 μ mのスペースで並んだパターンにおいて、上記の2種のパターンのライン上部の段差が2000Å以下になるときの270 μ mのスペースの削れ量を測定した。ローカル段差の数値が低いとウエハ上のパターン依存により発生した酸化膜の凹凸に対し、ある時間において平坦になる速度が速いことを示す。また、スペースの削れ量が少ないと削れて欲しくない部分の削れ量が少なく平坦性が高いことを示す。

面内均一性は、ウエハの任意25点の膜厚測定値より下記式により算出した。なお、面内均一性の値が小さいほどウエハ表面の均一性が高いことを表す。

$$\text{面内均一性 (\%)} = (\text{膜厚最大値} - \text{膜厚最小値}) / (\text{膜厚最大値} + \text{膜厚最小値})$$

<第1の発明>

〔光透過領域の作製〕

製造例1

アジピン酸とヘキサンジオールからなるポリエステルポリオール（数平均分子量2440）125重量部、及び1,4-ブタンジオール31重量部を混合し、70℃に温調した。この混合液に、予め70℃に温調した4,4'-ジフェニルメタンジイソシアネート100重量部を加え、約1分間攪拌した。そして、100℃に保温した容器中に該混合液を流し込み、100℃で8時間ポストキュアを行ってポリウレタン樹脂を作製した。作製したポリウレタン樹脂を用い、インジェクション成型にて光透過領域（縦57mm、横19mm、厚さ1.25mm）を作製した。作製した光透過領域の光透過率及び変化率を表1に示す。

製造例2

製造例1において、アジピン酸とヘキサンジオールからなるポリエステルポリオール（数平均分子量1920）77重量部、及び1,4-ブタンジオール32重量部に変更した以外は製造例1と同様の方法により光透過領域（縦57mm、横19mm、厚さ1.25mm）を作製した。作製した光透過領域の光透過率及び変化率を表1に示す。

製造例3

製造例1において、ポリオールとしてポリテトラメチレングリコール（数平均分子量890）114重量部、及び1,4-ブタンジオール24重量部に変更した以外は製造例1と同様の方法により光透過領域（縦57mm、横19mm、厚さ1.25mm）を作製した。作製した光透過領域の光透過率及び変化率を表1に示す。

製造例4

70℃に温調したイソシアネート末端プレポリマー（ユニロイヤル社製、L-325、NCO含有率：9.15重量%）100重量部を減圧タンクに計量し、減圧（約10 Torr）によりプレポリマー中に残存している気体を脱泡させた。脱泡した上記プレポリマーに、120℃で溶解させた4,4'-メチレンビス（o-クロロアニリン）（イハラケミカル社製、イハラキュアミンMT）26重

量部を加え、ハイブリッドミキサー（キーエンス社製）を用いて攪拌・混合した。そして該混合物を型に流し込み、 110°C のオープン中で8時間ポストキュアを行い光透過領域（縦 57 mm 、横 19 mm 、厚さ 1.25 mm ）を作製した。作製した光透過領域の光透過率及び変化率を表1に示す。

〔研磨領域の作製〕

フッ素コーティングした反応容器内に、フィルタリングしたポリエーテル系レポリマー（ユニロイヤル社製、アジブレンL-325、NCO濃度： 2.22 meq/g ） 100 重量部、及びフィルタリングしたシリコン系ノニオン界面活性剤（東レ・ダウシリコン社製、SH192） 3 重量部を混合し、温度を 80°C に調整した。フッ素コーティングした攪拌翼を用いて、回転数 900 rpm で反応系内に気泡を取り込むように約4分間激しく攪拌を行った。そこへ予め 120°C で溶融し、フィルタリングした4,4'-メチレンビス（ α -クロロアニリン）（イハラケミカル社製、イハラキュアミンMT） 26 重量部を添加した。その後、約1分間攪拌を続けてフッ素コーティングしたパン型のオープンモールドへ反応溶液を流し込んだ。この反応溶液の流動性がなくなった時点でオープン内に入れ、 110°C で6時間ポストキュアを行いポリウレタン樹脂発泡体ブロックを得た。このポリウレタン樹脂発泡体ブロックをバンドソータイプのスライサー（フェッケン社製）を用いてスライスし、ポリウレタン樹脂発泡体シートを得た。次にこのシートをバフ機（アミテック社製）を使用して、所定の厚さに表面バフをし、厚み精度を整えたシートとした（シート厚み： 1.27 mm ）。このバフ処理をしたシートを所定の直径（ 61 cm ）に打ち抜き、溝加工機（東邦鋼機社製）を用いて表面に溝幅 0.25 mm 、溝ピッチ 1.50 mm 、溝深さ 0.40 mm の同心円状の溝加工を行った。このシートの溝加工面と反対側の面にラミ機を使用して、両面テープ（積水化学工業社製、ダブルタックテープ）を貼り、その後、この溝加工したシートの所定位置に光透過領域をはめ込むための穴（厚み 1.27 mm 、 $57.5\text{ mm}\times 19.5\text{ mm}$ ）を打ち抜いて両面テープ付き研磨領域を作製した。作製した研磨領域の各物性は、平均気泡径 $45\text{ }\mu\text{ m}$ 、比重 0.86 g/cm^3 、アスカード硬度 5.3 度、圧縮率 1.0% 、圧縮回復率 65.0% 、貯蔵弾性率 275 MPa であった。

〔研磨パッドの作製〕

実施例 1

表面をバフがけし、コロナ処理したポリエチレンフォーム（東レ社製、トーレペフ、厚さ：0.8mm）からなるクッション層を前記作製した両面テープ付き研磨領域の粘着面に、ラミ機を用いて貼り合わせた。さらにクッション層表面に両面テープを貼り合わせた。その後、研磨領域の光透過領域をはめ込むために打ち抜いた穴部分のうち、51mm×13mmの大きさでクッション層を打ち抜き、穴を貫通させた。その後、製造例1で作製した光透過領域をはめ込み、研磨パッドを作製した。作製した研磨パッドの研磨特性等を表1に示す。

実施例 2

製造例2で作製した光透過領域を用い、実施例1と同様の方法により研磨パッドを作製した。作製した研磨パッドの研磨特性等を表1に示す。

実施例 3

製造例3で作製した光透過領域を用い、実施例1と同様の方法により研磨パッドを作製した。作製した研磨パッドの研磨特性等を表1に示す。

比較例 1

製造例4で作製した光透過領域を用い、実施例1と同様の方法により研磨パッドを作製した。作製した研磨パッドの研磨特性等を表1に示す。

表 1

	光透過率(%)				最大光透過率 (%)	最小光透過率 (%)	変化率 (%)	研磨速度 (A/min)	口一カル段差 (A)	削れ量 (A)	膜厚検出
	400nm	500nm	600nm	700nm							
実施例 1	71.5	96.5	96.9	95.5	97.1	71.5	26.4	2300	20	2900	◎
実施例 2	77.9	95.0	94.8	93.3	95.1	77.9	18.1	2400	10	3000	◎
実施例 3	51.4	96.9	96.8	95.3	97.2	51.4	47.1	2300	20	3000	○
比較例 1	14.7	85.4	92.9	93.9	94.1	14.7	84.4	2350	20	2950	×

表1から、波長400～700nmにおける光透過領域の光透過率が50%以上である場合（実施例1～3）には、研磨特性に影響を与えることなく再現性よくウエハの終点検出が可能であることがわかる。

<第2の発明>

〔光透過領域の作製〕

製造例5

70℃に温調したイソシアネート末端プレポリマー（ユニロイヤル社製、L-325、NCO含有率：9.15重量%）150重量部を減圧タンクに計量し、減圧（約10 Torr）によりプレポリマー中に残存している気体を脱泡させた。脱泡した上記プレポリマーに、120℃で溶解させた4,4'-メチレンビス（o-クロロアニリン）（イハラケミカル社製、イハラキュアミンMT）39重量部を加え、自転公転式ミキサー（シンキー社製）を用いて、回転数800rpmで3分間攪拌した。そして該混合物を型に流し込み、110℃のオーブン中で8時間ポストキュアを行い光透過領域部材を作製した。そして、光透過領域部材から光透過領域（縦57mm、横19mm、厚さ1.25mm）を切り出した。目視観察したところ、該光透過領域には気泡が全くなかった。作製した光透過領域の光透過率を表2に示す。

製造例6

トルエンジイソシアネート（2,4-体/2,6-体=80/20の混合物）1000重量部、4,4'-ジシクロヘキシルメタンジイソシアネート168重量部、ポリテトラメチレングリコール（数平均分子量：1012）1678重量部、及び1,4-ブタンジオール150重量部を混合し、80℃にて150分間加熱攪拌し、イソシアネート末端プレポリマー（イソシアネート当量：2.20 meq/g）を調製した。このプレポリマー100重量部を減圧タンクに計量し、減圧（約10 Torr）によりプレポリマー中に残存している気体を脱泡させた。脱泡した上記プレポリマーに、120℃で溶解させた前記4,4'-メチレンビス（o-クロロアニリン）29重量部を加え、自転公転式ミキサー（シンキー

一社製)を用いて、回転数800rpmで3分間攪拌した。そして該混合物を型に流し込み、110℃のオープン中で8時間ポストキュアを行い光透過領域部材を作製した。そして、光透過領域部材から光透過領域(縦57mm、横19mm、厚さ1.25mm)を切り出した。目視観察したところ、該光透過領域には気泡が全くなかった。作製した光透過領域の光透過率を表2に示す。

製造例7

アジピン酸とヘキサンジオールからなるポリエステルポリオール(数平均分子量2440)120重量部、及び1,4-ブタンジオール30重量部を混合し、70℃に温調した。この混合液に、予め70℃に温調した4,4'-ジフェニルメタンジイソシアネート100重量部を加え、ハイブリッドミキサー(キーエンス社製)を用いて、回転数500rpmで1分間攪拌した。そして、100℃に保温した容器中に該混合液を流し込み、100℃で8時間ポストキュアを行ってポリウレタン樹脂を作製した。作製したポリウレタン樹脂を用い、インジェクション成型にて光透過領域部材を作製した。そして、光透過領域部材から光透過領域(縦57mm、横19mm、厚さ1.25mm)を切り出した。目視観察したところ、該光透過領域には気泡が多少含有していた。作製した光透過領域の光透過率を表2に示す。

〔研磨領域の作製〕

フッ素コーティングした反応容器内に、フィルタリングしたポリエーテル系ブレポリマー(ユニロイヤル社製、アジブレンL-325、NCO濃度:2.22meq/g)100重量部、及びフィルタリングしたシリコン系ノニオン界面活性剤(東レ・ダウシリコン社製、SH192)3重量部を混合し、温度を80℃に調整した。フッ素コーティングした攪拌翼を用いて、回転数900rpmで反応系内に気泡を取り込むように約4分間激しく攪拌を行った。そこへ予め120℃で熔融し、フィルタリングした4,4'-メチレンビス(o-クロロアニリン)(イハラケミカル社製、イハラキュアミンMT)26重量部を添加した。その後、約1分間攪拌を続けてフッ素コーティングしたパン型のオープンモールドへ反応溶液を流し込んだ。この反応溶液の流動性がなくなった時点でオープン内に入れ、110℃で6時間ポストキュアを行いポリウレタン樹脂発泡体ブロッ

クを得た。このポリウレタン樹脂発泡体ブロックをバンドソータイプのスライサー（フェッケン社製）を用いてスライスし、ポリウレタン樹脂発泡体シートを得た。次にこのシートをバフ機（アミテック社製）を使用して、所定の厚さに表面バフをし、厚み精度を整えたシートとした（シート厚み：1.27mm）。このバフ処理をしたシートを所定の直径（61cm）に打ち抜き、溝加工機（東邦鋼機社製）を用いて表面に溝幅0.25mm、溝ピッチ1.50mm、溝深さ0.40mmの同心円状の溝加工を行った。このシートの溝加工面と反対側の面にラミ機を使用して、両面テープ（積水化学工業社製、ダブルタックテープ）を貼り、その後、この溝加工したシートの所定位置に光透過領域をはめ込むための穴（厚み1.27mm、57.5mm×19.5mm）を打ち抜いて両面テープ付き研磨領域を作製した。作製した研磨領域の各物性は、平均気泡径45 μ m、比重0.86g/cm³、アスカード硬度53度、圧縮率1.0%、圧縮回復率65.0%、貯蔵弾性率275MPaであった。

〔研磨パッドの作製〕

実施例4

表面をバフがけし、コロナ処理したポリエチレンフォーム（東レ社製、トーレペフ、厚さ：0.8mm）からなるクッション層を前記作製した両面テープ付き研磨領域の粘着面に、ラミ機を用いて貼り合わせた。さらにクッション層表面に両面テープを貼り合わせた。その後、研磨領域の光透過領域をはめ込むために打ち抜いた穴部分のうち、51mm×13mmの大きさでクッション層を打ち抜き、穴を貫通させた。その後、製造例5で作製した光透過領域をはめ込み、研磨パッドを作製した。作製した研磨パッドの研磨特性等を表2に示す。

実施例5

製造例6で作製した光透過領域を用い、実施例4と同様の方法により研磨パッドを作製した。作製した研磨パッドの研磨特性等を表2に示す。

比較例2

製造例7で作製した光透過領域を用い、実施例4と同様の方法により研磨パッドを作製した。作製した研磨パッドの研磨特性等を表2に示す。

表 2

	光透過率(%)			研磨速度 (A/min)	ローカル段差 (A)	スペース削れ量 (A)	膜厚検出
	600nm	650nm	700nm				
実施例4	92.9	93.1	93.9	2250	15	2900	○
実施例5	92.5	92.7	93.1	2200	20	3000	○
比較例2	74.5	75.1	75.4	2300	60	2950	×

表2から、波長600～700nmにおける光透過領域の光透過率が80%以上である場合（実施例4、5）には、研磨特性に影響を与えることなく再現性よくウエハの終点検出が可能であることがわかる。

<第3の発明>

〔光透過領域の作製〕

製造例8

70℃に温調したイソシアネート末端プレポリマー（ユニロイヤル社製、I-325、NCO含有率：9.15重量%）50重量部を減圧タンクに計量し、減圧（約10 Torr）によりプレポリマー中に残存している気体を脱泡させた。脱泡した上記プレポリマーに、120℃で溶解させた4,4'-メチレンビス（ α -クロロアニリン）（イハラケミカル社製、イハラキュアミンMT）13重量部を加え、ハイブリッドミキサー（キーエンス社製）を用いて1分間攪拌し、脱泡した。そして該混合物を型に流し込み、110℃のオープン中で8時間ポストキュアを行い、長方形の光透過領域（縦57mm、横19mm、厚さ1.25mm）を作製した。該光透過領域の厚みバラツキの差は107 μ mであった。

製造例9

光透過領域の形状を長方形、縦100mm、横19mm、厚さ1.25mmとした以外は製造例8と同様の方法により光透過領域を作製した。

製造例10

製造例8と同様の方法で光透過領域（縦57mm、横19mm、厚さ1.25mm）を作製した。そして、240番手のサンドペーパーを用いて光透過領域をバフイングした。その後、該光透過領域の厚みバラツキの差を測定したところ45 μ mであった。

製造例11

製造例8と同様の方法で光透過領域（縦57mm、横19mm、厚さ1.25mm）を作製した。そして、240番手のサンドペーパーを用いて光透過領域をバフイングし、さらに800番手のサンドペーパーを用いて同様にバフイングした。その後、該光透過領域の厚みバラツキの差を測定したところ28 μ mであった。

製造例12

光透過領域の形状を直径30mmの円形にした以外は製造例8と同様の方法により光透過領域を作製した。

製造例 13

光透過領域の形状を長方形、縦50.8mm、横20.3mm、厚さ1.25mmとした以外は製造例8と同様の方法により光透過領域を作製した。

〔研磨領域の作製〕

フッ素コーティングした反応容器内に、フィルタリングしたポリエーテル系ブレポリマー（ユニロイヤル社製、アジブレンL-325、NCO濃度：2.22meq/g）1000重量部、及びフィルタリングしたシリコーン系ノニオン界面活性剤（東レ・ダウシリコーン社製、SH192）30重量部を混合し、温度を80℃に調整した。フッ素コーティングした攪拌翼を用いて、回転数900rpmで反応系内に気泡を取り込むように約4分間激しく攪拌を行った。そこへ予め120℃で溶融し、フィルタリングした4,4'-メチレンビス（o-クロロアニリン）（イハラケミカル社製、イハラキュアミンMT）260重量部を添加した。その後、約1分間攪拌を続けてフッ素コーティングしたパン型のオープンモールドへ反応溶液を流し込んだ。この反応溶液の流動性がなくなった時点でオープン内に入れ、110℃で6時間ポストキュアを行いポリウレタン樹脂発泡体ブロックを得た。このポリウレタン樹脂発泡体ブロックをバンドソータイプのスライサー（フェッケン社製）を用いてスライスし、ポリウレタン樹脂発泡体シートを得た。次にこのシートをバフ機（アミテック社製）を使用して、所定の厚さに表面バフをし、厚み精度を整えたシートとした（シート厚み：1.27mm）。このバフ処理をしたシートを所定の直径（61cm）に打ち抜き、溝加工機（東邦鋼機社製）を用いて表面に溝幅0.25mm、溝ピッチ1.50mm、溝深さ0.40mmの同心円状の溝加工を行った。このシートの溝加工面と反対側の面にラミ機を使用して、両面テープ（積水化学工業社製、ダブルタックテープ）を貼り、両面テープ付き研磨領域を作製した。研磨領域の各物性は、平均気泡径50μm、比重0.86g/cm³、アスカード硬度52度、圧縮率1.1%、圧縮回復率65.0%、貯蔵弾性率260MPaであった。

〔研磨パッドの作製〕

実施例 6

前記両面テープ付き研磨領域の中心部と周端部の間に光透過領域をはめ込むた

めの穴（長方形、D（直径方向）＝57.5mm、L（円周方向）＝19.5mm）を打ち抜いた。そして、表面をバフがけし、コロナ処理したポリエチレンフォーム（東レ社製、トーレペフ、厚さ：0.8mm）からなるクッション層を両面テープ付き研磨領域の粘着面に、ラミ機を用いて貼り合わせた。さらにクッション層表面に両面テープを貼り合わせた。その後、研磨領域の光透過領域をはめ込むために打ち抜いた穴部分のうち、D（直径方向）＝51mm、L（円周方向）＝13mmの大きさ（長方形）でクッション層を打ち抜き、穴を貫通させた。その後、製造例8で作製した光透過領域をはめ込み、図4に記載のような研磨パッドを作製した。なお、光透過領域の直径方向の長さ（D）は円周方向の長さ（L）の3倍である。また、被研磨体であるウエハの直径に対する光透過領域の直径方向の長さ（D）は0.28倍であった。作製した研磨パッドの研磨特性を表3に示す。

実施例7

前記両面テープ付き研磨領域の中心部と周端部の間に光透過領域をはめ込むための穴（長方形、D（直径方向）＝100.5mm、L（円周方向）＝19.5mm）を打ち抜いた。そして、表面をバフがけし、コロナ処理したポリエチレンフォーム（東レ社製、トーレペフ、厚さ：0.8mm）からなるクッション層を両面テープ付き研磨領域の粘着面に、ラミ機を用いて貼り合わせた。さらにクッション層表面に両面テープを貼り合わせた。その後、研磨領域の光透過領域をはめ込むために打ち抜いた穴部分のうち、D（直径方向）＝94mm、L（円周方向）＝13mmの大きさ（長方形）でクッション層を打ち抜き、穴を貫通させた。その後、製造例9で作製した光透過領域をはめ込み、図4に記載のような研磨パッドを作製した。なお、光透過領域の直径方向の長さ（D）は円周方向の長さ（L）の5.3倍である。また、被研磨体であるウエハの直径に対する光透過領域の直径方向の長さ（D）は0.49倍であった。作製した研磨パッドの研磨特性を表3に示す。

実施例8

実施例6において、製造例8で作製した光透過領域の代わりに製造例10で作製した光透過領域を用いた以外は実施例6と同様の方法で研磨パッドを作製した

。作製した研磨パッドの研磨特性を表3に示す。

実施例9

実施例6において、製造例8で作製した光透過領域の代わりに製造例11で作製した光透過領域を用いた以外は実施例6と同様の方法で研磨パッドを作製した。作製した研磨パッドの研磨特性を表3に示す。

比較例3

前記両面テープ付き研磨領域の中心部と周端部の間に光透過領域をはめ込むための穴（長方形、 D （直径方向）＝19.5mm、 L （円周方向）＝57.5mm）を打ち抜いた。そして、表面をバフがけし、コロナ処理したポリエチレンフォーム（東レ社製、トーレペフ、厚さ：0.8mm）からなるクッション層を両面テープ付き研磨領域の粘着面に、ラミ機を用いて貼り合わせた。さらにクッション層表面に両面テープを貼り合わせた。その後、研磨領域の光透過領域をはめ込むために打ち抜いた穴部分のうち、 D （直径方向）＝13mm、 L （円周方向）＝51mmの大きさ（長方形）でクッション層を打ち抜き、穴を貫通させた。その後、製造例8で作製した光透過領域をはめ込み、図11に記載のような研磨パッドを作製した。なお、光透過領域の直径方向の長さ（ D ）は円周方向の長さ（ L ）の0.3倍である。また、被研磨体であるウエハの直径に対する光透過領域の直径方向の長さ（ D ）は0.09倍であった。作製した研磨パッドの研磨特性を表3に示す。

比較例4

前記両面テープ付き研磨領域の中心部と周端部の間に光透過領域をはめ込むための穴（円形、直径30.5mm）を打ち抜いた。そして、表面をバフがけし、コロナ処理したポリエチレンフォーム（東レ社製、トーレペフ、厚さ：0.8mm）からなるクッション層を両面テープ付き研磨領域の粘着面に、ラミ機を用いて貼り合わせた。さらにクッション層表面に両面テープを貼り合わせた。その後、研磨領域の光透過領域をはめ込むために打ち抜いた穴部分のうち、直径24mmでクッション層を打ち抜き、穴を貫通させた。その後、製造例12で作製した光透過領域をはめ込み、図3に記載のような研磨パッドを作製した。また、被研磨体であるウエハの直径に対する光透過領域の直径の長さは0.15倍であった。

。作製した研磨パッドの研磨特性を表 3 に示す。

比較例 5

前記両面テープ付き研磨領域の中心部と周端部の間に光透過領域をはめ込むための穴（長方形、D（直径方向）＝51.3 mm、L（円周方向）＝20.8 mm）を打ち抜いた。そして、表面をバフがけし、コロナ処理したポリエチレンフォーム（東レ社製、トーレペフ、厚さ：0.8 mm）からなるクッション層を両面テープ付き研磨領域の粘着面に、ラミ機を用いて貼り合わせた。さらにクッション層表面に両面テープを貼り合わせた。その後、研磨領域の光透過領域をはめ込むために打ち抜いた穴部分のうち、D（直径方向）＝44.8 mm、L（円周方向）＝14.3 mmの大きさ（長方形）でクッション層を打ち抜き、穴を貫通させた。その後、製造例 13 で作製した光透過領域をはめ込み、図 4 に記載のような研磨パッドを作製した。なお、光透過領域の直径方向の長さ（D）は円周方向の長さ（L）の 2.5 倍である。また、被研磨体であるウエハの直径に対する光透過領域の直径方向の長さ（D）は 0.25 倍であった。作製した研磨パッドの研磨特性を表 3 に示す。

表 3

	研磨速度 (Å/min)	面内均一性 (%)	膜厚検出
実施例 6	2450	7	○
実施例 7	2350	5	○
実施例 8	2450	5	○
実施例 9	2450	4	○
比較例 3	2330	13	×
比較例 4	2400	11	×
比較例 5	2430	8.5	△

表3から、光透過領域が研磨パッドの円周方向の長さ(L)に比べて直径方向の長さ(D)が3倍以上の形状の場合(実施例6~9)には、ウエハの研磨に際してウエハのある一部分にのみ光透過領域が集中して接触することがなくウエハ全面に均一に接触するため、ウエハを均一に研磨することができ、研磨特性(特に面内均一性)に優れることがわかる。また、光透過領域の厚みバラツキを小さくすることにより面内均一性を向上させることができる(実施例8及び9)。

産業上の利用可能性

本発明の研磨パッドは、ウエハ表面の凹凸をケミカルメカニカルポリッシング(CMP)で平坦化する際に使用されるものである。詳しくは、研磨状況等を光学的手段により検知するための窓を有する研磨パッドに関する。

請求の範囲

1. ケミカルメカニカルポリッシングに用いられ、研磨領域および光透過領域を有する研磨パッドであって、光透過領域の波長400～700 nmの全領域における光透過率が50%以上であることを特徴とする研磨パッド。

2. 下記式で表される光透過領域の波長400～700 nmにおける光透過率の変化率が50%以下である請求の範囲第1項に記載の研磨パッド。

$$\text{変化率 (\%)} = \{ (400 \sim 700 \text{ nm における最大光透過率} - 400 \sim 700 \text{ nm における最小光透過率}) / 400 \sim 700 \text{ nm における最大光透過率} \} \times 100$$

3. 光透過領域の波長400 nmにおける光透過率が50%以上であり、かつ波長500～700 nmの全領域における光透過率が90%以上である請求の範囲第1項又は第2項に記載の研磨パッド。

4. 光透過領域の波長500～700 nmにおける各光透過率の差が5%以内である請求の範囲第1項～第3項のいずれかに記載の研磨パッド。

5. ケミカルメカニカルポリッシングに用いられ、研磨領域および光透過領域を有する研磨パッドであって、光透過領域の厚さが0.5～4 mmであり、かつ光透過領域の波長600～700 nmの全領域における光透過率が80%以上であることを特徴とする研磨パッド。

6. ケミカルメカニカルポリッシングに用いられ、研磨領域および光透過領域を有する研磨パッドであって、前記光透過領域は研磨パッドの中心部と周端部との間に設けられており、かつ直径方向の長さ(D)が円周方向の長さ(L)の3倍以上であることを特徴とする研磨パッド。

7. 光透過領域の形状が長方形である請求の範囲第6項に記載の研磨パッド。

8. 直径方向の長さ(D)が被研磨体の直径の1/4～1/2倍である請求の範囲第6項又は第7項に記載の研磨パッド。

9. 光透過領域の厚みバラツキが100 μm以下である請求の範囲第6項～第8項のいずれかに記載の研磨パッド。

10. 研磨領域および光透過領域の形成材料が、ポリウレタン樹脂である請求の範囲第1項～第9項のいずれかに記載の研磨パッド。

11. 研磨領域の形成材料であるポリウレタン樹脂と光透過領域の形成材料であるポリウレタン樹脂が、同種の有機イソシアネート、ポリオール、及び鎖延長剤を含有してなるものである請求の範囲第10項に記載の研磨パッド。

12. 光透過領域の形成材料が、無発泡体である請求の範囲第1項～第11項のいずれかに記載の研磨パッド。

13. 光透過領域の研磨側表面に研磨液を保持・更新する凹凸構造を有しない請求の範囲第1項～第12項のいずれかに記載の研磨パッド。

14. 研磨領域の形成材料が、微細発泡体である請求の範囲第1項～第13項のいずれかに記載の研磨パッド。

15. 研磨領域の研磨側表面に溝が設けられている請求の範囲第1項～第14項のいずれかに記載の研磨パッド。

16. 微細発泡体の平均気泡径が、 $70\mu\text{m}$ 以下である請求の範囲第14項又は第15項記載の研磨パッド。

17. 微細発泡体の比重が、 $0.5\sim 1.0\text{g}/\text{cm}^3$ である請求の範囲第14項～第16項のいずれかに記載の研磨パッド。

18. 微細発泡体の硬度が、アスカード硬度で $45\sim 65$ 度である請求の範囲第14項～第17項のいずれかに記載の研磨パッド。

19. 微細発泡体の圧縮率が、 $0.5\sim 5.0\%$ である請求の範囲第14項～第18項のいずれかに記載の研磨パッド。

20. 微細発泡体の圧縮回復率が、 $50\sim 100\%$ である請求の範囲第14項～第19項のいずれかに記載の研磨パッド。

21. 微細発泡体の 40°C 、 1Hz における貯蔵弾性率が、 200MPa 以上である請求の範囲第14項～第20項のいずれかに記載の研磨パッド。

22. 請求の範囲第1項～第21項のいずれかに記載の研磨パッドを用いて半導体ウエハの表面を研磨する工程を含む半導体デバイスの製造方法。

FIG. 1

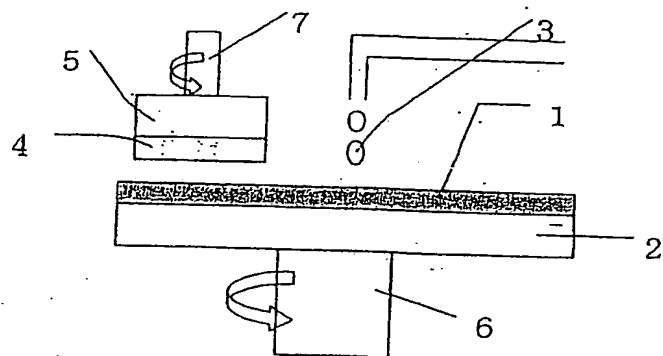


FIG. 2

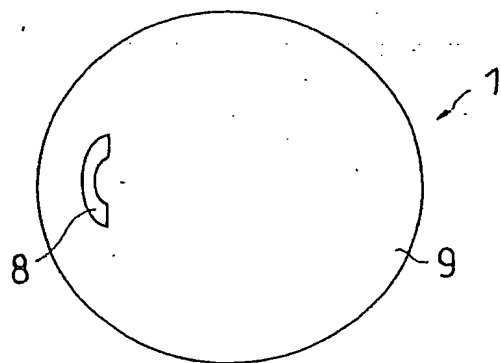


FIG. 3

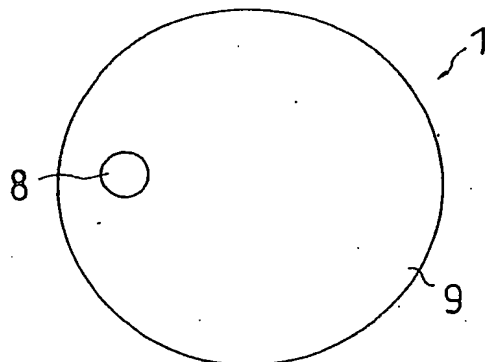


FIG. 4

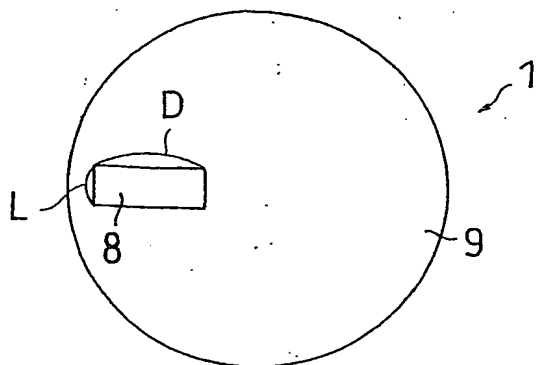


FIG. 5

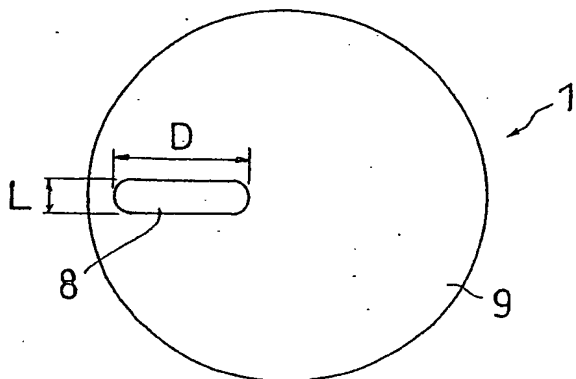


FIG. 6

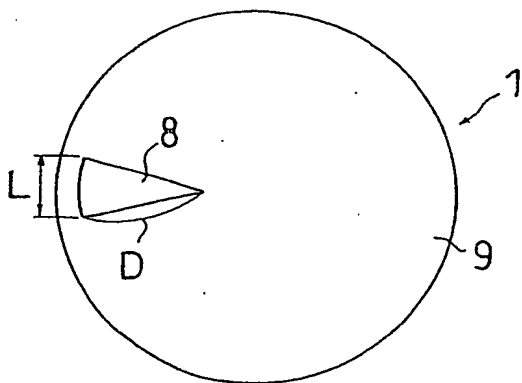


FIG. 7

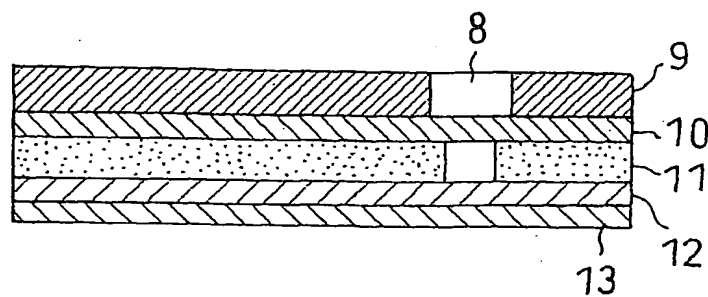


FIG. 8

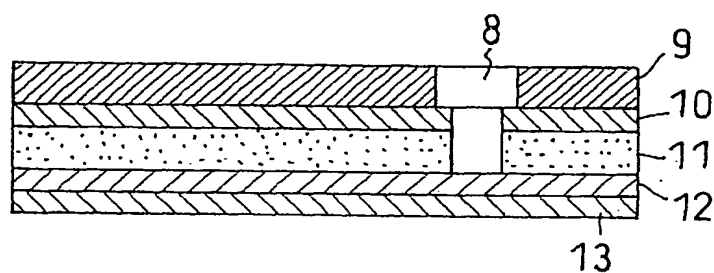


FIG. 9

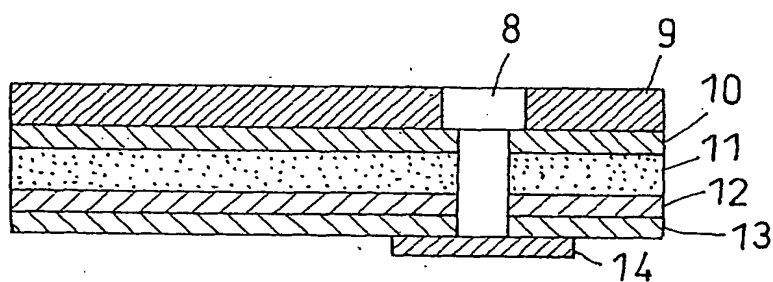


FIG. 10

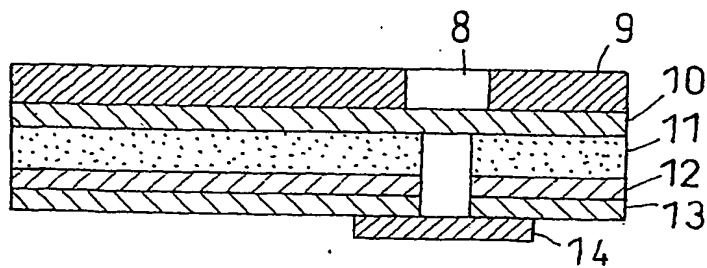


FIG. 11

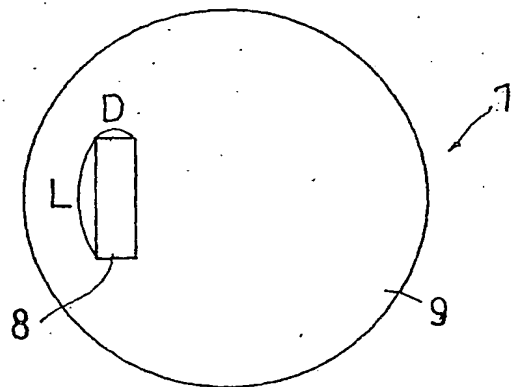
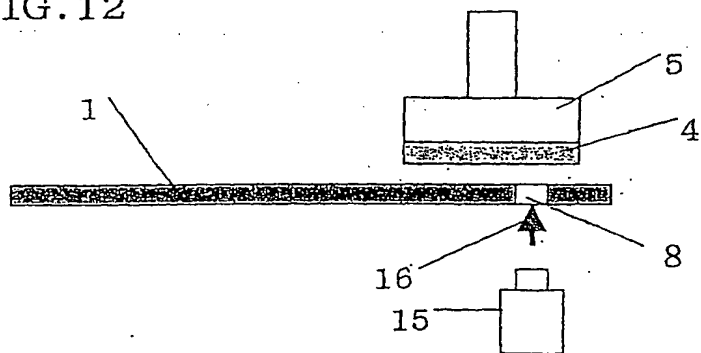


FIG. 12



A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl¹ H01L21/304 B24B37/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl¹ H01L21/304 B24B37/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2004年
日本国登録実用新案公報 1994-2004年
日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2001-287158 A (株式会社ニコン) 2001.10.16, 第8頁左欄第16-25行	1, 5, 22
A	& EP 1176630 A1	2-4
X	JP 2002-1647 A (ロデール・ニッタ株式会社) 2002.01.08, 【0031】, 【0032】, 【0035】, 【0036】, 図1-図3 & EP 1293297 A1, 第4欄第43行-第5欄第47行	6-22

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02.03.2004

国際調査報告の発送日

16.3.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

紀本 孝

3P

8815

電話番号 03-3581-1101 内線 3363

第 I 欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第 1 ページの 2 の続き)

法第 8 条第 3 項 (PCT 17 条 (2) (a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であって PCT 規則 6.4(a) の第 2 文及び第 3 文の規定に従って記載されていない。

第 II 欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第 1 ページの 3 の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求の範囲 1、5 と、請求の範囲 6 の間に一以上の同一又は対応する特別な技術的特徴を含む技術的な関係が認められない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15128

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01L21/304, B24B37/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01L21/304, B24B37/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2001-287158 A (Nikon Corp.), 16 October, 2001 (16.10.01), Page 8, left column, lines 16 to 25 & EP 1176630 A1	1, 5, 22 2-4
X	JP 2002-1647 A (Rodel Nitta Kabushiki Kaisha), 08 January, 2002 (08.01.02), Par. Nos. [0031], [0032], [0035], [0036]; Figs. 1 to 3 & EP 1293297 A1 Column 4, line 43 to column 5, line 47	6-22
P, A	JP 2003-48151 A (Rodel Nitta Kabushiki Kaisha), 18 February, 2003 (18.02.03), Claims 1 to 3; Fig. 2 (Family: none)	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
 "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
02 March, 2004 (02.03.04)

Date of mailing of the international search report
16 March, 2004 (16.03.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.